

Especificación de Requisitos Software - Sistema LabPilot UPC

Alexandra Tinjacá, Juan Pablo Camacho, Miguel Ardila, Daniel Parra

Resumen—Este documento establece la especificación completa de requisitos software para el Sistema de Gestión de Laboratorios LabPilot UPC. Contempla casos de uso detallados, requisitos funcionales y no funcionales, siguiendo el estándar IEEE 830. El sistema está diseñado para gestionar reservas, inventario y analíticas de laboratorios universitarios.

I. INTRODUCCIÓN

I-A. Propósito

Especificación completa de requisitos para el Sistema LabPilot UPC que gestionará las operaciones principales de laboratorios universitarios.

I-B. Alcance

Sistema web monolítico con arquitectura en capas que incluye: gestión de usuarios, inventario, reservas, analíticas y notificaciones.

I-C. Definiciones

- **RLS:** Row Level Security - Seguridad a nivel de fila
- **JWT:** JSON Web Token - Token de autenticación
- **TPS:** Transacciones Por Segundo
- **MVP:** Producto Mínimo Viable
- **DR:** Disaster Recovery - Recuperación ante desastres

II. DESCRIPCIÓN GENERAL

II-A. Perspectiva del Producto

Sistema independiente que reemplaza procesos manuales existentes, integrando todas las funcionalidades de gestión de laboratorios.

II-B. Funciones del Producto

- Gestión completa de autenticación y autorización
- Administración de inventario y equipos
- Sistema de reservas con detección de conflictos
- Sistema de analíticas y reportes
- Notificaciones automáticas
- Auditoría completa del sistema

II-C. Características de los Usuarios

II-D. Restricciones

- Debe soportar 150 TPS en configuración inicial
- Tiempo de respuesta menor a 2 segundos
- Disponibilidad 99.9 %
- Implementado en Spring Boot 3.0+
- Base de datos PostgreSQL con Supabase

Cuadro I
PERFILES DE USUARIO

Rol	Responsabilidades	Restricciones
Estudiante	Reservar laboratorios, solicitar equipos	Solo recursos disponibles, límites de tiempo
Docente	Reservar laboratorios, gestionar grupos	Prioridad sobre estudiantes, mayores límites
Personal Apoyo	Aprobar reservas, gestionar inventario	Sin acceso a configuración del sistema
Administrador	Gestión completa del sistema	Acceso total sin restricciones
Sistema	Procesos automáticos	Sin interacción directa con usuarios

III. REQUISITOS ESPECÍFICOS

III-A. Requisitos Funcionales

III-A1. Módulo de Autenticación y Usuarios: **RF-001: Sistema de Autenticación Segura**

- **ID:** RF-001
- **Prioridad:** Crítica
- **Descripción:** El sistema debe autenticar usuarios mediante JWT con Spring Security
- **Casos de Uso:** UC-001, UC-002, UC-003
- **Requisitos Técnicos:**
 - Tokens JWT con expiración configurable
 - Spring Security con configuración de roles
 - Encriptación de contraseñas con BCrypt
 - Protección contra ataques de fuerza bruta

RF-002: Gestión de Perfiles de Usuario

- **ID:** RF-002
- **Prioridad:** Alta
- **Descripción:** CRUD completo de usuarios con asignación de roles
- **Casos de Uso:** UC-002, UC-003
- **Requisitos Técnicos:**
 - Entidad Usuario con JPA annotations
 - Validación de datos con Bean Validation
 - Row Level Security en PostgreSQL
 - Auditoría de cambios en perfiles

III-A2. Módulo de Gestión de Laboratorios: **RF-003: Registro y Configuración de Laboratorios**

- **ID:** RF-003
- **Prioridad:** Alta
- **Descripción:** Administración completa de laboratorios y sus características

- **Casos de Uso:** UC-004, UC-005, UC-006
- **Requisitos Técnicos:**
 - Entity Laboratorio con relaciones JPA
 - Gestión de capacidades y equipos asociados
 - Configuración de horarios disponibles
 - Validación de datos de configuración

RF-004: Consulta de Disponibilidad en Tiempo Real

- **ID:** RF-004
- **Prioridad:** Crítica
- **Descripción:** Sistema de consulta de disponibilidad con cache
- **Casos de Uso:** UC-004
- **Requisitos Técnicos:**
 - Implementación de Redis/Supabase Cache
 - TTL de 15 minutos para datos de disponibilidad
 - Consultas optimizadas con índices PostgreSQL
 - Actualización en tiempo real de cambios

III-A3. Módulo de Inventario y Equipos: RF-005: Gestión Completa de Inventario

- **ID:** RF-005
- **Prioridad:** Alta
- **Descripción:** CRUD de equipos con control de estados y stock
- **Casos de Uso:** UC-007, UC-008, UC-009, UC-010
- **Requisitos Técnicos:**
 - Entidad Elemento con estados predefinidos
 - Control de stock con triggers automáticos
 - Historial de cambios en equipos
 - Búsqueda avanzada con filtros múltiples

RF-006: Control de Estados de Equipos

- **ID:** RF-006
- **Prioridad:** Media
- **Descripción:** Gestión automática de estados (disponible/no disponible)
- **Casos de Uso:** UC-009
- **Requisitos Técnicos:**
 - Máquina de estados definida con Enum
 - Transiciones validadas por reglas de negocio
 - Notificaciones automáticas por cambios de estado
 - Auditoría de todas las transiciones

III-A4. Módulo de Sistema de Reservas: RF-007: Creación y Gestión de Reservas

- **ID:** RF-007
- **Prioridad:** Crítica
- **Descripción:** Sistema completo de reservas con validaciones
- **Casos de Uso:** UC-011, UC-012, UC-013
- **Requisitos Técnicos:**
 - Entidad Reserva con relaciones ManyToOne
 - Validación de fechas y horarios
 - Control de límites por usuario
 - Rollback automático en transacciones fallidas

RF-008: Detección de Conflictos de Horario

- **ID:** RF-008

- **Prioridad:** Crítica
- **Descripción:** Algoritmo de detección de solapamientos
- **Casos de Uso:** UC-015
- **Requisitos Técnicos:**
 - Consultas nativas PostgreSQL para detección
 - Validación en tiempo real durante creación
 - Algoritmo de resolución de conflictos
 - Notificación inmediata al usuario

RF-009: Workflow de Aprobación

- **ID:** RF-009
- **Prioridad:** Media
- **Descripción:** Sistema de aprobación para reservas especiales
- **Casos de Uso:** UC-014
- **Requisitos Técnicos:**
 - Estados de reserva: PENDIENTE, APROBADA, RECHAZADA
 - Notificaciones a aprobadores
 - Límites de tiempo para aprobación
 - Escalación automática de solicitudes

III-A5. Módulo de Analíticas y Reportes: RF-010: Generación de Reportes de Uso

- **ID:** RF-010
- **Prioridad:** Media
- **Descripción:** Sistema de reportes y métricas
- **Casos de Uso:** UC-019, UC-020, UC-021
- **Requisitos Técnicos:**
 - Consultas de agregación PostgreSQL
 - APIs REST para datos en tiempo real
 - Cache de reportes frecuentes
 - Exportación a PDF/Excel

RF-011: Dashboard de Métricas

- **ID:** RF-011
- **Prioridad:** Baja
- **Descripción:** Vista consolidada de KPIs del sistema
- **Casos de Uso:** UC-021
- **Requisitos Técnicos:**
 - Componentes de gráficos interactivos
 - Actualización en tiempo real
 - Métricas de rendimiento del sistema
 - Alertas de umbrales configurados

III-A6. Módulo de Notificaciones: RF-012: Sistema de Notificaciones Automáticas

- **ID:** RF-012
- **Prioridad:** Media
- **Descripción:** Notificaciones por email y SMS
- **Casos de Uso:** UC-022, UC-023, UC-024
- **Requisitos Técnicos:**
 - Integración con SMTP para emails
 - Servicio de SMS para alertas críticas
 - Plantillas configurables de notificaciones
 - Sistema de reintentos por fallos

III-A7. Módulo de Seguridad y Auditoría: RF-013: Auditoría Completa del Sistema

- **ID:** RF-013
- **Prioridad:** Alta
- **Descripción:** Registro de todas las operaciones críticas
- **Casos de Uso:** UC-025, UC-026, UC-027
- **Requisitos Técnicos:**
 - Entidad Historial con trazabilidad completa
 - Spring AOP para logging automático
 - Búsqueda y filtrado de logs
 - Retención configurable de datos

RF-014: Seguridad por Roles (RLS)

- **ID:** RF-014
- **Prioridad:** Crítica
- **Descripción:** Implementación de Row Level Security
- **Casos de Uso:** UC-003
- **Requisitos Técnicos:**
 - Políticas RLS en PostgreSQL
 - Integración con JWT claims
 - Configuración por tabla y operación
 - Testing exhaustivo de permisos

III-A8. Módulo Administrativo: RF-015: Configuración del Sistema

- **ID:** RF-015
- **Prioridad:** Media
- **Descripción:** Gestión de parámetros globales
- **Casos de Uso:** UC-028, UC-029
- **Requisitos Técnicos:**
 - Entidad Configuración para parámetros
 - Interface administrativa web
 - Validación de valores de configuración
 - Auditoría de cambios en configuración

RF-016: Políticas de Reserva Configurables

- **ID:** RF-016
- **Prioridad:** Alta
- **Descripción:** Sistema de reglas de negocio flexibles
- **Casos de Uso:** UC-029
- **Requisitos Técnicos:**
 - Motor de reglas configurable
 - Límites de tiempo por tipo de usuario
 - Prioridades entre diferentes roles
 - Antelación mínima/máxima configurable

III-A9. Módulo de Sistema y Infraestructura: RF-017: Gestión de Cache

- **ID:** RF-017
- **Prioridad:** Media
- **Descripción:** Sistema de cache distribuido
- **Casos de Uso:** UC-032
- **Requisitos Técnicos:**
 - Redis/Supabase Cache con TTL 15min
 - Estrategias de invalidación por eventos
 - Monitorización de hit/miss ratio
 - Fallback a base de datos

RF-018: Replicación de Base de Datos

- **ID:** RF-018
- **Prioridad:** Alta
- **Descripción:** Sistema de replicación PRIMARY-REPLICA
- **Casos de Uso:** UC-033
- **Requisitos Técnicos:**
 - Replicación asíncrona PostgreSQL
 - Lag máximo de 5 segundos
 - Failover automático configurable
 - Monitorización de estado de replicación

RF-019: Balanceo de Carga

- **ID:** RF-019
- **Prioridad:** Alta
- **Descripción:** Distribución de carga entre instancias
- **Casos de Uso:** UC-034
- **Requisitos Técnicos:**
 - Nginx Load Balancer en Render
 - Health checks automáticos
 - Estrategia round-robin o least-connections
 - SSL termination en balancer

RF-020: Sistema de Failover Automático

- **ID:** RF-020
- **Prioridad:** Crítica
- **Descripción:** Recuperación automática ante fallos
- **Casos de Uso:** UC-035
- **Requisitos Técnicos:**
 - Detección automática de instancias caídas
 - Redirección a instancias standby
 - Recuperación de sesiones de usuario
 - Notificaciones de eventos de failover

RF-021: Backup y Recovery

- **ID:** RF-021
- **Prioridad:** Alta
- **Descripción:** Sistema completo de backup y DR
- **Casos de Uso:** UC-030
- **Requisitos Técnicos:**
 - Backup completo diario a las 2AM
 - Backup incremental cada 5 minutos
 - Retención de 30 días
 - RPO 5min / RTO 5min

III-B. Requisitos No Funcionales

III-B1. Rendimiento: RNF-001: Capacidad de Transacciones

- **ID:** RNF-001
- **Categoría:** Rendimiento
- **Descripción:** Soporte para 150 TPS en configuración inicial
- **Métrica:** 150 transacciones por segundo sostenidas
- **Método de Verificación:** Pruebas de carga con JMeter

RNF-002: Tiempos de Respuesta

- **ID:** RNF-002
- **Categoría:** Rendimiento

- **Descripción:** Respuesta en menos de 2 segundos para operaciones críticas
- **Métrica:** ¡200ms para APIs, ¡2s para interfaz web
- **Método de Verificación:** Monitoreo con Spring Boot Actuator

III-B2. Disponibilidad: RNF-003: Disponibilidad del Sistema

- **ID:** RNF-003
- **Categoría:** Disponibilidad
- **Descripción:** Disponibilidad 99.9 % en entorno de producción
- **Métrica:** Máximo 8.76 horas de downtime anual
- **Método de Verificación:** Monitorización 24/7 con alertas

III-B3. Escalabilidad: RNF-004: Escalabilidad Horizontal

- **ID:** RNF-004
- **Categoría:** Escalabilidad
- **Descripción:** Capacidad de escalar añadiendo instancias
- **Métrica:** Soporte para 5+ instancias de backend
- **Método de Verificación:** Pruebas con múltiples instancias Render

III-B4. Seguridad: RNF-005: Seguridad de Datos

- **ID:** RNF-005
- **Categoría:** Seguridad
- **Descripción:** Todos los datos en tránsito y en reposo encriptados
- **Métrica:** SSL/TLS 1.3, encriptación AES-256 en BD
- **Método de Verificación:** Auditoría de seguridad y scans

RNF-006: Control de Acceso

- **ID:** RNF-006
- **Categoría:** Seguridad
- **Descripción:** Sistema de autorización basado en roles
- **Métrica:** 100 % de endpoints protegidos con Spring Security
- **Método de Verificación:** Pruebas de penetración y revisión de código

III-B5. Usabilidad: RNF-007: Interfaz Responsive

- **ID:** RNF-007
- **Categoría:** Usabilidad
- **Descripción:** Interfaz adaptable a dispositivos móviles y desktop
- **Métrica:** Compatibilidad con Chrome, Firefox, Safari, Edge
- **Método de Verificación:** Pruebas en múltiples dispositivos y navegadores

RNF-008: Facilidad de Uso

- **ID:** RNF-008
- **Categoría:** Usabilidad
- **Descripción:** Interfaz intuitiva que requiere mínimo entrenamiento
- **Métrica:** Tiempo de aprendizaje ¡30 minutos para usuarios básicos
- **Método de Verificación:** Pruebas de usabilidad con usuarios reales

III-B6. Mantenibilidad: RNF-009: Código Mantenable

- **ID:** RNF-009
- **Categoría:** Mantenibilidad
- **Descripción:** Código bien estructurado y documentado
- **Métrica:** Cobertura de tests mayor al 80 %, deuda técnica menor al 5 %
- **Método de Verificación:** Análisis estático

RNF-010: Logging y Monitorización

- **ID:** RNF-010
- **Categoría:** Mantenibilidad
- **Descripción:** Sistema completo de logs y métricas
- **Métrica:** Logs estructurados, métricas en tiempo real
- **Método de Verificación:** Integración con sistemas de monitorización

III-B7. Compatibilidad: RNF-011: Compatibilidad con Navegadores

- **ID:** RNF-011
- **Categoría:** Compatibilidad
- **Descripción:** Soporte para navegadores modernos
- **Métrica:** Chrome 90+, Firefox 88+, Safari 14+, Edge 90+
- **Método de Verificación:** Pruebas automatizadas cross-browser

RNF-012: Compatibilidad con Dispositivos

- **ID:** RNF-012
- **Categoría:** Compatibilidad
- **Descripción:** Funcionamiento en móviles, tablets y desktop
- **Métrica:** Responsive design para más de 20px hasta 4K
- **Método de Verificación:** Pruebas en diferentes viewports

III-B8. Fiabilidad: RNF-013: Tolerancia a Fallos

- **ID:** RNF-013
- **Categoría:** Fiabilidad
- **Descripción:** Sistema capaz de manejar fallos parciales
- **Métrica:** Recuperación automática en menos de 5 minutos
- **Método de Verificación:** Pruebas de chaos engineering

RNF-014: Consistencia de Datos

- **ID:** RNF-014
- **Categoría:** Fiabilidad
- **Descripción:** Garantía de consistencia en operaciones transaccionales
- **Métrica:** ACID compliance en todas las transacciones
- **Método de Verificación:** Pruebas de integridad de datos

IV. REQUISITOS DE INTERFACE

IV-A. Interfaces de Usuario

- Interfaz web responsive con diseño Material Design
- Panel administrativo con dashboards interactivos
- Formularios con validación en tiempo real
- Notificaciones toast para feedback al usuario

IV-B. Interfaces de Hardware

- Servidores en cloud (Render, Supabase)
- Dispositivos cliente estándar (PC, laptops, móviles, tablets)

IV-C. Interfaces de Software

- **Base de Datos:** PostgreSQL 14+ con Supabase
- **Backend:** Spring Boot 3.0+ con Java 17+
- **Frontend:** HTML5, CSS3, JavaScript ES6+
- **Cache:** Redis/Supabase Cache
- **CDN:** Netlify CDN

IV-D. Interfaces de Comunicación

- **APIs:** RESTful JSON over HTTPS
- **Autenticación:** JWT tokens
- **Email:** SMTP con TLS
- **SMS:** API de proveedor de SMS

V. REQUISITOS DE SISTEMA

V-A. Arquitectura

- Arquitectura monolítica modular con Spring Boot
- Separación en capas: Controller, Service, Repository
- Base de datos relacional con PostgreSQL
- Cache distribuido con Redis

V-B. Despliegue

- **Frontend:** Netlify con CDN global
- **Backend:** Render con balanceo de carga
- **Base de Datos:** Supabase Cloud
- **Dominio:** Custom domain con SSL

V-C. Monitorización

- Spring Boot Actuator para métricas
- Logs centralizados con estructura JSON
- Alertas por email y SMS
- Dashboards de rendimiento

VI. MATRIZ DE TRAZABILIDAD

Cuadro II
MATRIZ DE TRAZABILIDAD REQUISITOS - CASOS DE USO

Caso de Uso	Requisitos Asociados
UC-001: Inicio de Sesión	RF-001, RNF-005, RNF-006
UC-002: Gestión de Perfiles	RF-002, RF-014, RNF-006
UC-004: Consulta Disponibilidad	RF-004, RF-017, RNF-001, RNF-002
UC-011: Creación Reserva	RF-007, RF-008, RF-016, RNF-002
UC-015: Detección Conflictos	RF-008, RNF-001, RNF-014
UC-019: Generación Reportes	RF-010, RF-011, RNF-002
UC-025: Auditoría	RF-013, RNF-010
UC-034: Balanceo Carga	RF-019, RF-020, RNF-003, RNF-013

ANEXO A: GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

- **JPA:** Java Persistence API - Especificación de ORM para Java
- **TTL:** Time To Live - Tiempo de vida de datos en cache
- **RPO:** Recovery Point Objective - Objetivo de punto de recuperación

- **RTO:** Recovery Time Objective - Objetivo de tiempo de recuperación
- **ACID:** Atomicity, Consistency, Isolation, Durability - Propiedades de transacciones
- **API:** Application Programming Interface - Interfaz de programación de aplicaciones
- **JSON:** JavaScript Object Notation - Formato de intercambio de datos
- **HTTPS:** Hypertext Transfer Protocol Secure - Protocolo seguro de transferencia
- **SMTP:** Simple Mail Transfer Protocol - Protocolo de transferencia de correo
- **TLS:** Transport Layer Security - Seguridad de la capa de transporte

ANEXO B: REFERENCIAS

- IEEE Std 830-1998 - IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications
- Spring Boot Documentation v3.0+
- PostgreSQL Documentation v14+
- Supabase Documentation
- Render Documentation
- Netlify Documentation